



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Implicaciones ambientales del uso de harina de pescado en la camaronicultura colombiana. Caso Costa Atlántica.

Jazmín Arias Hernández

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales – IDEA –
Bogotá, Colombia
2011

Implicaciones ambientales del uso de harina de pescado en la camaronicultura colombiana. Caso Costa Atlántica

Jazmín Arias Hernández

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Economista, Jairo Eduardo Sánchez Acosta

Codirector:

Biólogo marino M.Sc., Roberto Federico Newmark Umbreit

Línea de Investigación:

Programa de Economía y Medio Ambiente

Grupo de Investigación:

Instituto de Estudios Ambientales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales

Bogotá, Colombia

2011

*A mis padres, hermanos, sobrinos y amigos,
quienes siempre me han acompañado en el loco
camino que escogí, por creer en los sueños en borrador
que construyo poco a poco con su cariño y comprensión.*

*“Los que aseguran que es imposible,
no deberían interrumpir a los que
estamos intentándolo...”*

Thomas Alva Edison

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos al profesor Jairo Sánchez del Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia por la dirección del trabajo de tesis; a Federico Newmark, consultor de CENIACUA por la co-dirección del mismo; a la empresa C.I. Océanos, quien a través de Camilo Platz, Asistente de gerencia, suministró información relevante sobre la importancia de la producción de camarón de cultivo en la región de influencia del Canal del Dique y a la profesora Adriana Patricia Muñoz, del Departamento para la Producción Animal de la Universidad Nacional de Colombia, por sus aportes al componente de alternativas alimentarias.

RESUMEN

Con el fin de establecer los efectos ambientales que tiene la harina de pescado en el Caribe colombiano como componente fundamental del alimento para el camarón de cultivo *Litopenaeus vannamei*, se detectó la influencia directa e indirecta del uso de dicho insumo en los subsistemas ecológico (carga orgánica en efluentes), económico (costos de producción) y social (incidencia en pueblos aledaños). Posteriormente se evaluó en los mismos subsistemas, el efecto potencial de la sustitución de la harina de pescado, proponiéndose alternativas a corto (ensilajes e insectos), mediano (microalgas) y largo plazo (materias primas vegetales e hidrolizados de proteína), que traerían beneficios locales a nivel ecológico (reducción de contaminantes orgánicos), económico (mejoramiento de la competitividad y nuevas oportunidades industriales-comerciales) y social (incremento en la contratación de mano de obra y programas de beneficio social).

Palabras clave: Camaronicultura, harina de pescado, alimento balanceado, materias primas alternativas.

ABSTRACT

This research focuses on the environmental effects of fish meal, the most common ingredient for cultured-shrimp feeding in the Colombian Caribbean. These effects include direct and indirect impacts on three subsystems: ecological (effluents organic charge), economical (production costs) and social (incidence on nearby towns). The study also assesses the potential substitution of fish meal in all of the three subsystems by short-term (silages and insects), medium-term (microalgae) and long-term (plant raw material and protein hydrolysates) alternatives. These options would bring local benefits ecologically (reduced organic contaminants), economically (improved competitiveness and creation of industrial and commercial opportunities) and socially (increased employment and development of social programs).

Keywords: Shrimp culture, fish meal, balanced feed, alternative raw materials.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	i
TABLA DE CONTENIDO	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
Reseña histórica de la camaronicultura en Colombia	1
Producción de camarón de cultivo en Colombia	2
Uso de harina de pescado en la camaronicultura	9
Alternativas al uso de harina de pescado.....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
Efectos de la harina de pescado.....	18
Ecológicos	18
Económico - sociales.....	21
Alternativas a la harina de pescado	28
CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Finca C.I. Océanos en Cartagena (Bolívar)	3
Figura 2. Finca Cartagenera en San Onofre (Sucre)	4
Figura 3. Ubicación espacial de las fincas C.I. Océanos y Cartagenera	4
Figura 4. Exportaciones colombianas de camarón de cultivo. Tomado de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2011)	14
Figura 5. Consumo de camarón en Colombia (miles de toneladas). Tomado de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2011)	15

INTRODUCCIÓN

Reseña histórica de la camaronicultura en Colombia

La pesca industrial del camarón blanco en el Pacífico colombiano inició hace casi 50 años y treinta años más tarde (1984) empezaron a detectarse los primeros síntomas de sobrepesca, coincidiendo con el incremento de barcos de flota pesquera y el uso de trasmallo electrónico por parte de pescadores artesanales. Por tal razón, el INPA estableció épocas de veda para permitir la recuperación del recurso, sin embargo aún no es claro hasta qué punto se han recuperado o deteriorado las poblaciones naturales (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Entre tanto, la investigación para cultivar el camarón inició con el apoyo de la FAO a comienzos de la década de 1970. En 1976, el gobierno colombiano firmó un convenio con Taiwán para establecer un proyecto específico de investigación en camarón marino. Como consecuencia de esta cooperación, se construyó el laboratorio para acuicultura marina en el Centro de Investigaciones Pesqueras de INDERENA en Cartagena y una pequeña réplica en Tumaco (COLCIENCIAS & INDERENA, 1985).

La primera granja experimental, que funcionó poco tiempo, se instaló en 1974 en Guapi; pero el cultivo industrial de camarón inició en 1983 en la Costa Caribe, siendo Cartagena el principal centro de actividad de las empresas pioneras (Acuipisca y Colombiana de Acuicultura - actualmente C. I OCEANOS-), seguida de San Onofre (Cartagenera de Acuicultura) y San Antero (Agrosoledad) (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

En la fase de implementación de fincas y laboratorios especializados (1984 – 1988), surgieron costos elevados e imprevistos a la actividad y progresivamente, cada gobierno redujo el apoyo a los sectores productivos y exportadores. En 1990, con la apertura del mercado, aparecieron grandes dificultades para que los productores nacionales pudieran competir y acceder a créditos (Gautier, 2002). Adicionalmente, la ausencia de semilla silvestre en los mares colombianos, la escasez de la misma en países vecinos, su alto costo, la necesidad de importar alimento y los cambios drásticos del clima, originaron una crisis en el sector, causando el retiro de inversionistas, el cierre de empresas y gran desconfianza en todos los estamentos (Ministerio del Medio Ambiente & ACUANAL, 2002).

Entre 1994 y 1995 se presenta una alta mortalidad de los camarones tanto en el Pacífico como en el Caribe, debido a la enfermedad del Taura, ocasionando una pérdida cercana al 50% de la producción, obligando al cierre de varias granjas (Ministerio del Medio Ambiente & ACUANAL, 2002), de las cuales, algunas no volvieron a abrir (Gautier, 2002).

En 1993, la Asociación Nacional de Acuicultores (ACUANAL) crea el Centro de Investigaciones de la Acuicultura, CENIACUA, que a partir de 1997 inicia labores en un antiguo laboratorio en Punta Canoa (Cartagena) y actualmente es uno de los centros de investigación más importantes en acuicultura a nivel nacional e internacional, gracias al apoyo del Estado y el gremio camaronicultor (Ministerio del Medio Ambiente & ACUANAL, 2002; Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

En casi dos décadas, la industria nacional ha logrado cerrar el ciclo reproductivo del camarón marino en laboratorio, pasando de ser importadores a exportadores de semilla (Ministerio del Medio Ambiente & ACUANAL, 2002). Y en la última década, la producción se ha incrementado continuamente, debido a la inversión en investigación y desarrollo, creando un programa de mejoramiento genético, implementando métodos diagnósticos con tecnologías de punta y medidas de bioseguridad para el control de las enfermedades y empleando nuevas técnicas de cultivo y manejo para intensificar los sistemas de cultivo (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Producción de camarón de cultivo en Colombia

El cultivo de camarón se define como una cadena productiva integrada, que es en realidad un subsistema integrado a las cadenas productivas de harina de pescado, soya y camarón de pesca. Las cadenas de harina de pescado y soya proveen los insumos fundamentales para la elaboración del alimento balanceado del camarón, mientras que la cadena de pesca se constituye en una alternativa de consumo. El modelo de producción consta de siete eslabones: proveedores de insumos, laboratorios de maduración, laboratorios de larvicultura, fincas de cultivo, plantas de proceso, empresas comercializadoras y consumidores finales (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

La consolidación de la cadena se ha logrado gracias al apoyo institucional del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Comercio Exterior, el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología “Francisco José de CALDAS” –COLCIENCIAS–, el Fondo

de Promociones de las Exportaciones –PROEXPORT– Colombianas y el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA– (Ministerio del Medio Ambiente & ACUANAL, 2002).

Actualmente, se producen cerca de 21.000 toneladas de camarón en las casi 3.500 hectáreas (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009) de las fincas del Caribe colombiano, siendo C.I. Océanos en Cartagena y Cartagenera en San Onofre (Sucre), las empresas más importantes (Figs. 1, 2 y 3), aunque existe algo de producción marginal en las cercanías del embalse del Guájaro.



Figura 1. Finca C.I. Océanos en Cartagena (Bolívar).

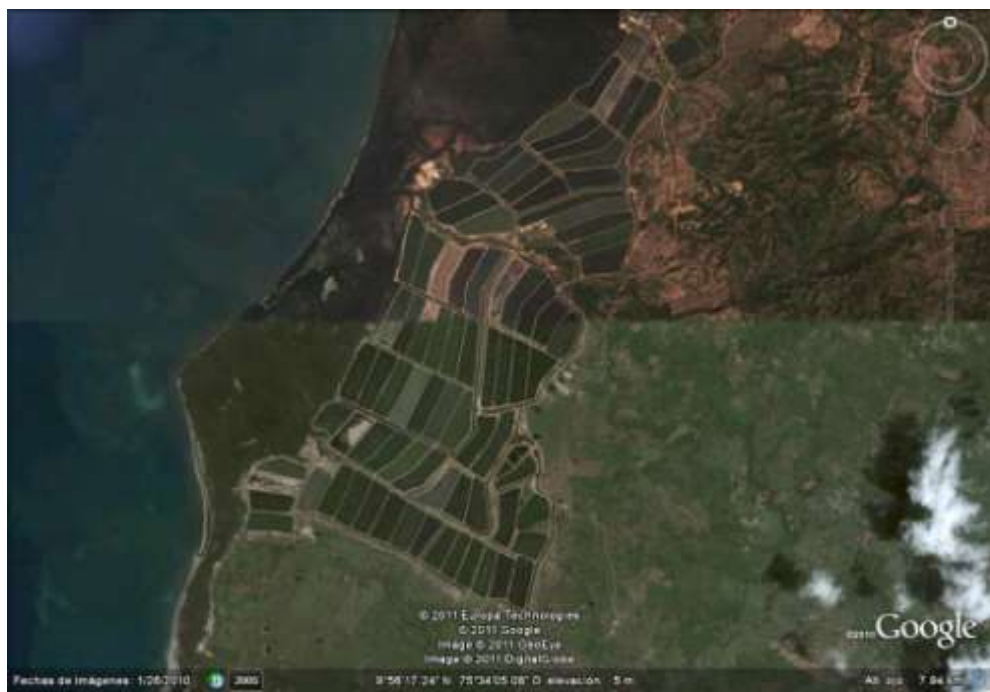


Figura 2. Finca Cartagenera en San Onofre (Sucre).

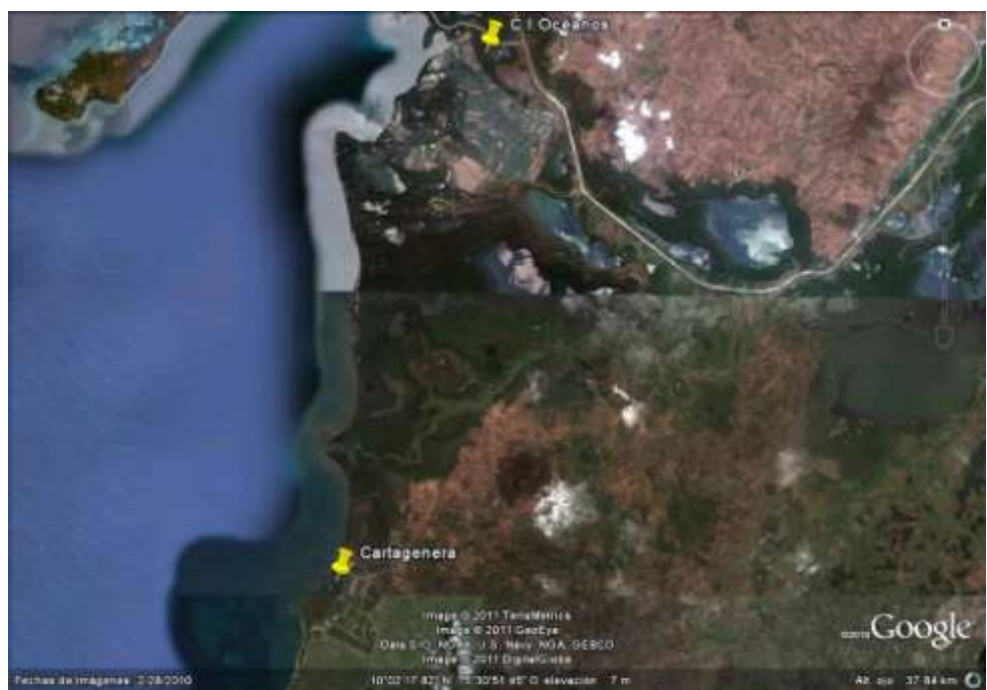


Figura 3. Ubicación espacial de las fincas C.I. Océanos y Cartagenera.

La producción colombiana está enfocada a la exportación del camarón entero congelado principalmente a España y Francia y en forma secundaria a otros países de la Comunidad Europea; a Estados Unidos se exportan únicamente colas de camarón (Gautier, 2002). La promoción del producto se realiza principalmente en cuatro ferias internacionales: Boston Seafood Exposition, European Seafood Exposition, Conxemar y Fish Internacional. La competencia directa de Colombia, es la industria de camarón de cultivo del Ecuador, puesto que producen la misma especie y la ofrecen en las mismas presentaciones comerciales a los mismos mercados. La producción para consumo nacional la realizan empresas pequeñas, que apenas representa el 7% de la producción total nacional (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Con el desarrollo de nuevas tecnologías (selección de postlarvas, uso de raciones peletizadas, reducción del recambio de agua, cría de animales resistentes y mejoras en el saneamiento), las granjas camaroneras son más eficientes, productivas y ecológicas (Chamberlain, 2002), tienen independencia de tecnologías importadas, han sustituido parcialmente las importaciones de insumos y cuentan con seguridad industrial. Además, Colombia compra ocasionalmente pequeñas cantidades de camarón de España, Francia, Estados Unidos, China y otros países, para estudiar las nuevas presentaciones del producto, con el fin de conocer las tendencias internacionales del mercado (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

En términos de talento humano, para la cosecha del camarón se cuenta casi completamente con empleados permanentes, pero ya que los laboratorios de larvicultura necesitan más personal, se contratan personas en forma temporal (que debido a la familiaridad que se gesta entre trabajadores y empleadores, aquellos son contratados todos los años). Las dos terceras partes de los empleados y del personal temporal (principalmente estos) son oriundos de zonas aledañas, pero el personal profesional proviene generalmente de las grandes ciudades, donde los niveles de educación son mayores que en la costa (Gautier, 2002), generando oportunidades laborales a diferentes niveles organizacionales, beneficiando principalmente a la comunidad de la región.

Por otro lado, el aumento mundial en la producción de camarón causó que los precios comenzaran a disminuir progresivamente, haciendo que las granjas camaroneras a nivel mundial iniciaran un proceso para mejorar la eficiencia y reducir los costos de producción,

aunque la incertidumbre en oferta y demanda causa fluctuaciones en los precios, desequilibrando el mercado (Chamberlain, 2002).

En los últimos años, la producción ha oscilado debido al ingreso y retiro de empresas y al cierre de varias fincas pequeñas y medianas. Además, la tendencia creciente de producción en el sector se invirtió en 2008 por efectos negativos del clima y problemas de disponibilidad de larva (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Esto ha provocado que la mano de obra contratada se vea afectada, así como la estabilidad financiera de las empresas productoras, lo que ha llevado al recorte de personal en todos los eslabones de la cadena de producción y a que algunas empresas se declaren en quiebra.

Desde el punto de vista de la normatividad colombiana, ICONTEC formó el comité # 48 (Pescados, Crustáceos y Mariscos) para la creación y desarrollo de diferentes Normas Técnicas Colombianas, mientras que a nivel internacional, la última norma adoptada es GLOBAL-GAP, diseñada para minimizar el impacto perjudicial de la explotación en el medio ambiente, reduciendo los insumos químicos, asegurando la salud y seguridad de los trabajadores y el bienestar de los animales (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009). Además, la actividad se enmarca dentro de la legislación colombiana en términos del aprovechamiento de la biodiversidad nacional, uso de recursos y manejo de residuos.

Otras de las preocupaciones más importantes sobre los impactos de la acuicultura en términos de los costos ecológicos de bienes y servicios aprovechados, son la alimentación de los organismos, el uso de agua, la eliminación de desechos (Boyd, Hargreaves, & Clay, 2002; Gautier, 2002), la erosión sobre los hábitats locales, la contaminación de aguas subterráneas con sales, la introducción de patógenos, el uso de grandes cantidades de harina de pescado y la perturbación de grandes cantidades de tierra para una cantidad relativamente pequeña de camarón (Nicovita, 2000).

Además, los agentes reguladores internacionales (FAO, Red de Centros de Acuicultura en Asia y el Pacífico –NACA-, Programa Global de Acción para la Protección del Ambiente Marino frente a Actividades Realizadas en Tierra del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente -UNEP/GPA-, Banco Mundial y Fondo Mundial para la Vida Silvestre –WWF-) continúan exigiendo normas para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental del

cultivo, para lo cual se necesitan nuevos planes de ordenamiento de la actividad (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

La industria camaronera, consciente de esos puntos neurálgicos, ha progresado paulatinamente en prácticas que minimizan los impactos en el entorno. Además de construir los estanques lejos o fuera de la influencia de áreas estuarinas o de manglar, están recubiertos interior y exteriormente para evitar erosión y filtración de sales hacia los acuíferos de agua dulce (Nicovita, 2000).

Debido a estas preocupaciones y otras críticas que se han realizado a la actividad de cultivo de camarón, la industria colombiana se ha esforzado por disminuir considerablemente los factores de riesgo que puedan vulnerar la estabilidad ecológica de los sistemas locales y regionales.

Para poder construir instalaciones de cultivo de camarón, las empresas deben tramitar la licencia ambiental ante la Corporación Autónoma Regional pertinente, realizando una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y formulando un Plan de Manejo Ambiental, cumpliendo con el Decreto 1753 de 1994. Las autoridades ambientales realizan visitas periódicas para asegurarse que se está cumpliendo adecuadamente con los parámetros establecidos (Gautier, 2002).

Por otro lado, los fuertes deterioros de ecosistemas de manglar que han sido evidentes en varias regiones costeras en los países que han desarrollado sistemas de cultivo de camarón, no se han presentado en Colombia, debido a las características de la costa Caribe, los sistemas de cultivo, la intensidad de la actividad y las normatividades ambientales que la regulan.

Lo anterior se debe a que, por una parte, la zona intermareal del Caribe colombiano (en donde se encuentra la mayor proporción de mangles) alcanza tan sólo 30 cm de altitud (a.s.n.m.), lo que no favorece el drenaje de los estanques y por lo tanto, es necesario ubicar las fincas en tierras más altas, detrás de la franja de manglar. Adicionalmente, las características físicas y químicas de los suelos de dicho ecosistema no son favorables para los estanques (Gautier, 2002).

Por otra parte, en nuestro país la tala de mangles sólo puede realizarse bajo expresa autorización de los entes reguladores. En los pocos casos que las fincas de cultivo deben

eliminar mangles para la construcción de canales o para mantener la circulación de agua en canales naturales, se ven obligados a plantar 5 ha por cada una de las que son extraídas (Gautier, 2002).

Sin embargo, aún persiste la crítica sobre el aporte del sector a la seguridad y soberanía alimentaria, ya que a pesar de su potencial productor, el camarón de cultivo es principalmente exportado a mercados europeos y el producto de consumo interno es en su mayor proporción importado desde Ecuador. Esto se debe generalmente a que el costo de producción en Ecuador es mucho más bajo que en Colombia (Colombia importa el alimento balanceado y la mayoría de los ítems para la alimentación, lo que representa que cerca de la mitad del costo total de producción en la finca sea susceptible a las oscilaciones en el precio del dólar), los costos de energía en el país son mucho mayores que los de nuestros competidores y se carece de una eficiente conectividad y desarrollo de fuentes alternativas que permitan una producción más limpia (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

A pesar de que se ha presentado un aumento en el consumo interno del producto, como consecuencia de campañas nutricionales que pretenden mostrar los beneficios de incluir al camarón en la dieta, aún es considerado como un bien de lujo al que sólo pueden acceder los estratos sociales con mayores ingresos. Sin embargo, como no hay control sobre la información precisa del consumo per cápita en el país, se desconocen las tendencias reales de la comercialización minorista interna (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Entre tanto, en términos sociales, las críticas se han orientado al impacto negativo que puede tener el cultivo de camarón marino en los usuarios tradicionales de los recursos costeros al privatizar terrenos para la construcción de estanques y fincas, distribución desigual de los beneficios recibidos por la producción entre inversionistas y dueños de granjas, sin ningún reflejo positivo en las comunidades locales (Boyd, Hargreaves, & Clay, 2002). Sin embargo, las fincas de camarón en la costa Caribe colombiana se han desarrollado en áreas privadas, que no habían tenido ningún uso o sustituyeron terrenos de uso ganadero que no generaban muchos beneficios para la comunidad, puesto que la oferta de trabajo es realmente baja en dicha actividad (Gautier, 2002).

Por otro lado, la crisis económica internacional durante 2008 y 2009 ha repercutido en el empleo y la generación de ingresos en todos los procesos de la cadena. Si bien la mano de obra disponible en las zonas de cultivo tiene un bajo nivel de escolaridad, los costos de este rubro son más altos que en las cadenas competidoras (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Si bien es cierto que la producción de camarón de cultivo en el país cobra importancia particular dado que es el producto marino con mayor valor comercial a nivel mundial, la recesión económica mundial ha causado una reducción significativa en el consumo, haciendo que el mercado interno se considere como la alternativa prioritaria actual (Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Es así como la cadena de producción del camarón de cultivo se encuentra ante el desafío en el que debe mantenerse rentable (aumentando su producción), incrementar su preocupación por el ambiente, asumir costos crecientes en los ingredientes para piensos y un aumento en la competencia por pequeños peces pelágicos para el consumo humano directo, disminuir los costos del camarón y enfrentar restricciones de importación debido a prácticas de cultivo o mercado que son percibidas como condiciones de riesgo para la nutrición, como trazas de antibióticos u otros compuestos químicos (Tacon, Hasan, & Subasinghe, 2006).

Así mismo, debe responder ante los consumidores por alimento de mejor calidad y procesos de producción transparentes que incluyan elementos éticos y de sustentabilidad al interior de los mercados. Adicionalmente, debe contribuir a la solución de temas de preocupación y conciencia global sobre el estado de los océanos y pesquerías, así como de la necesidad de conservar estos recursos para futuras generaciones (Tacon, Nates, & McNeil, 2004; Newmark U, Valverde B, Díaz L, Parra A, Bonilla, & Salazar V, 2009).

Uso de harina de pescado en la camaronicultura

Uno de los insumos principales para la producción acuícola es la harina de pescado, cuya fuente más importante es la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). Ésta se enfrenta a una fuerte presión pesquera, agravada por una extrema volatilidad debido a condiciones ecológicas y climáticas, conduciendo a una reducción considerable de las poblaciones naturales. Sin embargo, “los altos precios pueden crear el incentivo perverso de incrementar el esfuerzo

pesquero cuando la anchoveta es escasa” (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003, pág. 86).

Esto hace finalmente que la reducción de presión de pesca de un organismo (camarón) a través del cultivo, ocasione un aumento en la presión de pesca de otra especie que se utilizará como alimento para la acuicultura, conllevando irreductiblemente a una alteración del balance ecosistémico general.

Sin embargo, el gran contenido energético, de aminoácidos y de ácidos grasos, justifica la inclusión de harina y aceite de pescado en los piensos. La proporción que se agrega de este componentes depende de varias consideraciones relativas al balance crecimiento vs costo; la sustitución por tanto, ha sido básicamente una respuesta a la oscilación en precios (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003) y por lo tanto, se han realizado varias investigaciones para determinar varios parámetros de los posibles sustitutos: origen, coloración, frescura, nivel máximo de inclusión, mejoras en el proceso y fracciones de lípidos (Cuzon, 2006a).

Adicionalmente, algunos sistemas de cultivo utilizan alimentos con niveles de proteína muy superiores a los que efectivamente se requieren, conllevando a una acumulación de compuestos nitrogenados en los estanques, lo cual es motivo de preocupación no sólo por la posibilidad de eliminar contaminantes al entorno, sino porque afecta el correcto desarrollo de los organismos (Equipo técnico Nicovita, 2003). Estos compuestos se incrementan cuando la alimentación no se maneja apropiadamente y se sobredimensionan los requerimientos nutricionales de los animales (Venero, Davis, & Rouse, 2007).

Por lo tanto, y con el fin de optimizar los recursos físicos, se ha hecho necesaria la búsqueda de tecnologías apropiadas en la formulación, fabricación y suministro de piensos para la nutrición de recursos alimentarios acuáticos cultivables. Esto no sólo ayuda en los sistemas de producción en fincas, sino que facilita la transición entre sistemas extensivos e intensivos (Villamar, 2001), permite la adecuada sustitución de harinas y aceites de pescado (reemplazados paulatinamente por aceites y proteínas de origen vegetal) y una mejor gestión de los piensos, manteniendo bajos sus precios y preservando su calidad (FAO, 2008), pues la fuente proteica llega a ser uno de los costos principales en los componentes de una formulación balanceada.

La tecnología entonces, puede reducir los precios y la sobrepesca a través de alternativas que permitan menor dependencia de insumos derivados de pesquerías. Por lo tanto, el reemplazo de la harina y aceite de pescado por sustitutos nutricionalmente comparables, reduciría la dependencia de poblaciones naturales de peces (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003).

Alternativas al uso de harina de pescado

Entre los sustitutos que se han considerado, se encuentran los subproductos de origen animal (grasa, algunos órganos, huesos, sangre) (Tacon, Hasan & Subasinghe, 2006), aunque éstos conllevan riesgos de dispersión de enfermedades, como en el caso de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003).

Es así como se han buscado alternativas vegetales, obtenido resultados positivos con la sustitución de harina de pescado en alimentos para peces carnívoros y camarones marinos, con ayuda de semillas oleaginosas y subproductos de leguminosas ricos en proteínas (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003). Sin embargo, la capacidad limitada de los organismos carnívoros y omnívoros (por su condición monogástrica) en general y de los organismos acuáticos carnívoros u omnívoros en particular, dificulta la asimilación efectiva de las proteínas de origen vegetal.

Algunos de los recursos de origen vegetal terrestre que se comportan como sustitutos proteínicos son la soya (con un costo equivalente a la mitad de la harina de pescado), las semillas de canola, el gluten de maíz y trigo, arveja y lupino (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003; Tacon, Hasan, & Subasinghe, 2006). Sin embargo, la sustitución de harina de pescado por granos y cereales no ha sido realmente exitosa (Centro de Investigaciones para el Desarrollo, 2008), ya que los factores antinutricionales (por ejemplo, acumulación de enzimas) que los caracterizan son una gran limitante para emplearlos como fuente proteica vegetal alternativa (Cuzon, 2006b).

Por esta razón, la necesidad de minimizar los efectos “anti-nutricionales” (como la baja o nula digestibilidad) ha llevado a la selección genética de las especies acuícolas cultivadas y al uso de mejores técnicas de procesamiento de los alimentos. Así mismo, otros factores que se deben tener en cuenta en las alternativas de sustitución son el sabor, la apariencia y el contenido nutricional (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003).

Por otro lado, también se han considerado las Proteínas de Células Sencillas (SCP), en las que incluyen a las bacterias, levaduras, algas unicelulares y filamentosas. Aunque las aproximaciones en este campo son aún incipientes, es evidente su gran potencial, dado por su habilidad de ser producidas a partir de fuentes renovables y/o a partir de desechos de diversas cadenas productivas; además tienen una alta tasa reproductiva, alto valor nutritivo y contenido proteico y son susceptibles a la modificación de su composición nutricional (Tacon, Hasan, & Subasinghe, 2006).

A pesar de los avances para una sustitución de harina y aceite de pescado, protagonizada por microalgas, las investigaciones se han centrado en organismos dulceacuícolas, lo que demanda costos relativamente elevados, ya que requieren una gran cantidad de agua que debe ser recambiada periódicamente, así como nutrientes y fertilizantes.

Recientemente, se ha empezado a promover el cultivo de algas para grandes operaciones empleando agua salobre o marina, pues se ha generado la conciencia de la limitante de cuerpos de agua dulce, que pueden requerirse para funciones mucho más relevantes para la sobrevivencia humana y de otras especies (FAO, 2010a).

El reemplazo del aceite de pescado es un poco más complicado, ya que para varias especies carnívoras, los aceites de pescado son la única fuente actualmente disponible de ácidos grasos esenciales. Aún así, se han encontrado fuentes potenciales de origen terrestre (aceites de palma, soya, maíz, canola, coco, girasol, lino y oliva) (Tacon, Hasan, & Subasinghe, 2006), marina (krill, pequeños crustáceos marinos del orden Eufasiácea) e incluso entre los microorganismos (incluyendo microalgas) que podrían ser una mejor alternativa, dada su riqueza en ácidos grasos altamente insaturados (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003).

En términos de sostenibilidad, los sistemas de producción acuícola en las últimas décadas se han fortalecido buscando cumplir los lineamientos del desarrollo sostenible, a través de planeación y mejoramiento en el manejo de recursos naturales. Esto implica la valoración de alternativas en términos económicos, sociales, ecológicos, distribución temporal, espacial y social (GESAMP, 2001). Sin embargo, actualmente son pocos los estudios analíticos críticos que han tenido en cuenta estas variables al planificar y proyectar la camaronicultura en Colombia, razón por la cual este tipo de análisis cobra importancia.

Teniendo en cuenta que el uso de harina de pescado como insumo dentro de la cadena de producción del camarón de cultivo tiene implicaciones tanto a nivel global como a nivel local, se buscó develar los efectos locales, basándose en el hecho de que la harina de pescado es un insumo importado en Colombia (dentro de los alimentos balanceados), cuyo uso en la industria de producción camaronera puede tener efectos en los subsistemas ecológicos, económicos y sociales locales.

Para esto, se detectaron los efectos ecológicos actuales y potenciales, del uso de harina de pescado en la camaronicultura colombiana, identificando los puntos críticos en cada uno de los pasos del proceso, desde la extracción directa de los peces del mar, hasta el uso como alimento (en piensos) para el camarón de cultivo.

Así mismo, se establecieron los aparentes efectos económicos y sociales para la industria productora y las poblaciones humanas en la región de influencia, que conlleva el uso de este insumo en las fincas camaronicultoras y cómo ha moldeado o modificado la actividad en forma directa e indirecta.

Finalmente, se detectaron algunas fuentes de materias primas alternativas que podrían llegar a considerarse como sustitutos de la harina de pescado en nuestro país, evidenciando las fortalezas y debilidades que tendría para la cadena productiva de camarón y los potenciales efectos ecológicos, económicos y sociales que tendría su uso.

El fin último de este trabajo no era constituirse en una propuesta empírica sobre el uso y alternativas de la harina de pescado en la camaronicultura colombiana, sino ordenar la discusión entorno al estado actual de dicho uso y abrir la puerta a las posibilidades para orientar los pasos siguientes en la sustitución de tal insumo y el mejoramiento de la cadena productiva, con base en algunas alternativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El camarón producido en Colombia es en su mayor parte exportado a Europa y Norteamérica (Fig. 4), mientras que un bajo porcentaje se mantiene en el mercado colombiano. Esto se debe fundamentalmente a que los altos costos de producción, causan que el precio final del camarón sea bastante elevado, conduciendo a una doble competencia con Ecuador.

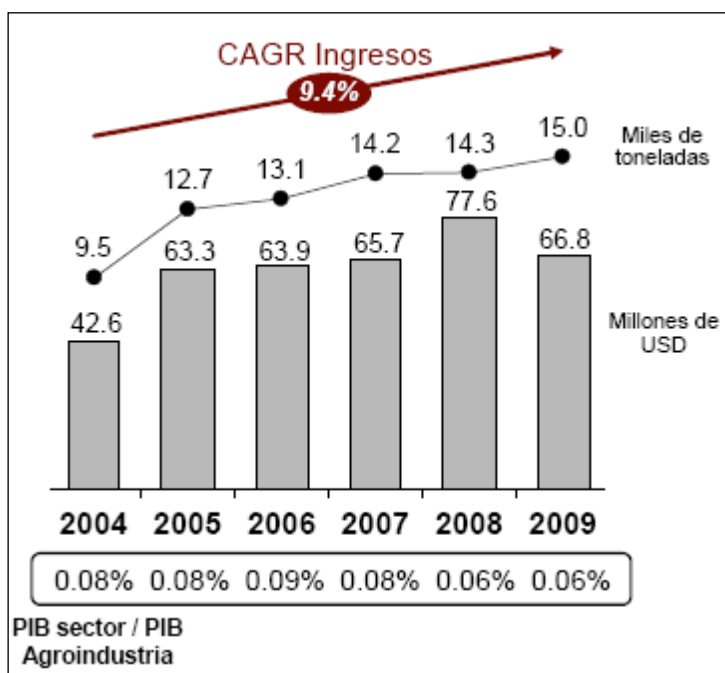


Figura 4. Exportaciones colombianas de camarón de cultivo. Tomado de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2011).

Por un lado, el camarón que se consume principalmente en nuestro país es de origen ecuatoriano (Fig. 5), pues los costos de producción (mano de obra y piensos) hacen que su valor comercial sea menor. Adicionalmente, también son nuestra competencia a nivel internacional, pues sus mercados de destino son los mismos que los colombianos y además, sus productos se ofrecen a los importadores en las mismas presentaciones que lo hacen los productores de Colombia.

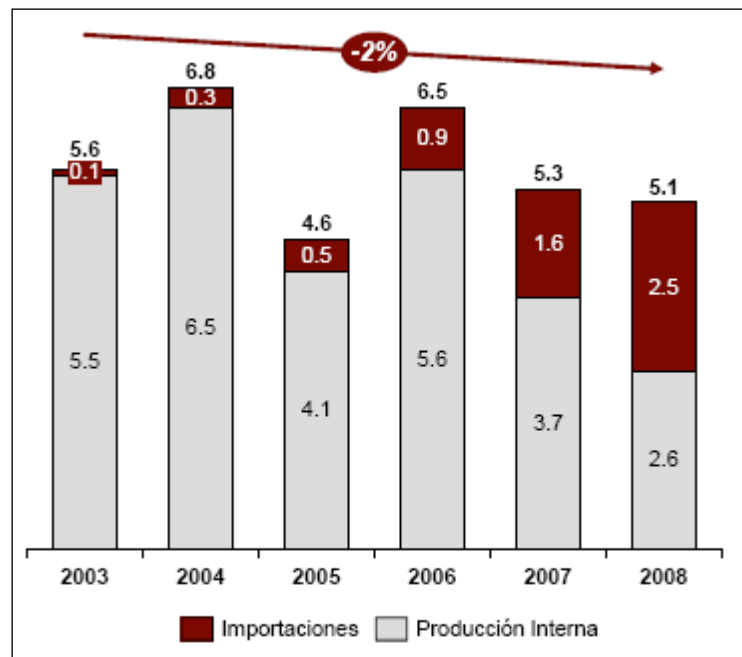


Figura 5. Consumo de camarón en Colombia (miles de toneladas). Tomado de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2011).

Nuestra fortaleza para poder competir internacionalmente con los costos más favorables de la producción ecuatoriana, es el apoyo del Estado y diferentes entes que se encargan de promocionar el camarón colombiano en diversas ferias internacionales y gestionar su entrada a potenciales mercados externos.

Por supuesto, los subsidios que brinda el Estado a este sector están dados por la importancia que ha venido tomando el producto en mercados externos, considerándose como una actividad promisoría para fomentar el ingreso de recursos económicos al país.

Por otro lado, para las empresas productoras es mucho más rentable comercializar el camarón de cultivo en mercados externos, pues éstos compran el organismo completo (Camilo Platz, *Com. Pers.*), mientras que tradicionalmente, en Colombia únicamente se consume el camarón completamente limpio (sin patas, cabeza y exoesqueleto). Esto por supuesto conlleva a mayores ingresos, ya que el animal con cabeza pesa más y por lo tanto, su precio de mercado también aumenta.

Las empresas camaronicultoras no realizan ningún tipo de mercadeo del producto al interior del país, pues han percibido de los consumidores locales, la poca capacidad o disposición a pagar precios elevados por esta fuente de proteína animal.

El poco consumo interno de este camarón en los mercados, se realiza a través de intermediarios que realizan un contacto directo con los productores. Las empresas productoras manifiestan que si bien su objetivo es la exportación y no se enfocan en el consumo nacional, pueden comercializar el producto con empresas o personas naturales del país que estén interesadas en adquirir el producto, tal como lo hacen actualmente con la cadena de restaurantes Crepes & Waffles (Camilo Platz, *Com. Pers.*). Pero estas relaciones comerciales no han sido en realidad perseguidas por los camaronicultores; han sido los interesados en el producto, quienes han realizado el primer contacto.

Además de las presiones económicas por costos de producción y finalmente por precio al consumidor, que ha limitado el consumo de camarón como fuente de proteína animal, los consumidores, grupos sociales, ecólogos y ambientalistas también están teniendo en cuenta otros factores al tomar en consideración esta actividad productiva.

Con el fin de garantizar la calidad del producto y minimizar riesgos potenciales para la salud humana derivados del consumo del camarón de cultivo, se realiza un control por parte del INVIMA y el ICA para asegurar que no haya contenidos de antibióticos o de otras sustancias no permitidas. Y ya que el objeto de esta producción se destina principalmente a Europa (Francia y España), la Unión Europea también hace presencia indirecta, vigilando cómo operan estas dos instituciones reguladoras y cuáles son las condiciones en las que funciona el sistema productivo (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Por otro lado, la industria camaronera en general, se ha visto tradicionalmente sometida a fuertes críticas por la destrucción de manglares, deterioro de ecosistemas e injusticias sociales (Martínez-Alier, 2006) que se han presentado en algunas regiones del planeta. Esto ha provocado que dicha actividad productiva sea analizada mucho más en términos de los costos ambientales que genera, sin evaluar los posibles beneficios ambientales que produce.

En cuanto a los conflictos por deterioro de ecosistemas de manglar, se reconoce que al inicio de la actividad productiva fue necesario hacer tala selectiva de árboles de mangle para establecer

los estanques de cultivo. Sin embargo, esto se realizó siguiendo los parámetros y normatividades vigentes en el país, obteniendo los permisos establecidos para tal fin, a través de las autoridades ambientales (que para la época de instauración de las fincas, eraINDERENA) (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Actualmente, para continuar con la certificación ISO 14001 con la que cuentan las grandes empresas productoras de camarón de cultivo, se hace un gran esfuerzo por cumplir con toda la normatividad ambiental vigente en el país, de injerencia para esta cadena. Adicionalmente, CARDIQUE realiza continuos monitoreos y seguimiento a procesos de reforestación en las zonas de influencia de las fincas camaronicultoras (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Otra de las críticas realizadas es la apropiación de terrenos públicos para realizar una actividad socialmente discriminatoria, desplazando a usuarios o explotadores locales para llevar a cabo usos particulares del terreno. En Colombia este no parece ser el caso, pues como ya se mencionó, normalmente se han empleado terrenos privados en los que se desarrollaban actividades con baja (o nula) productividad y mano de obra local.

En otros casos, como el de la empresa C.I. Océanos, las instalaciones y estanques de la finca se establecieron en un terreno (Isla del Covado) privado que fue adquirido por el grupo Manuelita cerca del año 1987, en donde no había una aparente explotación de recursos naturales por parte de comunidades locales.

Por otra parte, es evidente la gran influencia y el fuerte impacto que tiene la industria en la región, pues además de constituirse en una fuente de trabajo para los pobladores, ha llegado a insertarse en temas fundamentales para varios pueblos del Canal del Dique, articulándose con entes gubernamentales para participar activamente en la solución de problemáticas y promoción de actividades educativas, culturales y de salud.

En todo caso, sin las medidas adecuadas para la reducción de los impactos ambientales, el potencial para impulsar su contribución de recursos alimentarios de la acuicultura en general y de la camaronicultura en particular, se disminuirá considerablemente (Delgado, Wada, Rosegrant, Meijer, & Ahmed, 2003). El primer paso sin embargo, es conocer la situación en su complejidad, evaluando los componentes que confluyen en el sistema, con el fin de realizar un diagnóstico objetivo que permita determinar los puntos centrales que deben reformularse o

modificarse. Uno de dichos componentes, es la fuente de insumos para la alimentación de los organismos cultivados, entre ellos, la harina de pescado.

Efectos de la harina de pescado

Ecológicos

A escala regional, la captura de pequeños peces pelágicos (anchoveta en este caso) tiene fuertes e importantes efectos a nivel ecosistémico, pues afecta directamente la abundancia de los organismos vinculados a la cadena alimentaria de la cual hace parte e indirectamente, a otras especies más remotamente relacionadas.

La anchoveta peruana es consumidor de primer (fitoplancton) y segundo orden (zooplancton), por lo que una disminución significativa en sus poblaciones ocasionaría indefectiblemente una disminución importante en sus depredadores y en niveles superiores (control bottom-up de la cadena alimentaria), se incrementaría la disponibilidad de plancton y por lo tanto, se favorecería la presencia de especies competidoras que se alimentan de él, modificando así en un lapso medio de tiempo la composición de la comunidad, pues podrían cambiar los consumidores de órdenes superiores.

Esto finalmente modificaría toda la dinámica ecosistémica de flujos de materia, energía e información, pues los componentes que caracterizan dicho ecosistema se modificarían por completo, dando paso a otro tipo de sistema que requeriría cierto periodo de tiempo para encontrar de nuevo un balance dinámico.

En términos locales, se han presentado fuertes críticas por la descarga de materia orgánica a los ambientes naturales (Boyd, Hargreaves, & Clay, 2002), pero en Colombia los controles permanentes que se hacen a la calidad de agua, han mostrado que el uso de compuestos orgánicos para la fertilización y una reducción en la cantidad de alimento empleado, ha minimizado la carga de contaminantes en los efluentes, manteniendo los parámetros fisicoquímicos en el rango permitido por las autoridades ambientales (Camilo Platz, *Com. Pers.*). En otros casos, se ha implementado el uso de mangles como mecanismo de biofiltro para las aguas de desecho, logrando reducir considerablemente la carga de contaminantes (nutrientes, materia orgánica y sólidos suspendidos) (Gautier, 2002).

Por otro lado y con el fin de reducir la cantidad de compuestos nitrogenados, actualmente se emplean alimentos balanceados (donde uno de los componentes es la harina de pescado) en lugar de otro tipo de alimentos con alto contenido proteico, que son agregados en cantidades reguladas (según tablas de alimentación). Es decir, que en lugar de emplear únicamente harina de pescado o piensos con aporte proteico superior al 40%, se producen alimentos balanceados que incluyen otras fuentes nutricionales, con el fin de reducir la carga de contaminantes que el uso exclusivo o privilegiado de proteína animal podría adicionar al agua.

Estos alimentos balanceados contienen además complementos nutricionales para los camarones, que aportan vitaminas y lípidos esenciales (Talavera, 1997). Sin embargo, ya que los camarones se consideran omnívoros (se alimentan tanto de organismos bentónicos, plancton y detritos, dependiendo el estado de desarrollo) oportunistas (Alicorp, 1998), se espera que también puedan aprovechar el alimento natural de los estanques.

Efectivamente, en las fincas camaroneras se está aprovechando la productividad primaria y secundaria en el cultivo del camarón, especialmente al inicio del ciclo de cultivo, tanto para alimentación complementaria de los organismos, como para incrementar la turbidez del agua (pues las aguas claras perjudican el desarrollo del camarón) (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Para el sistema de cultivo semi-intensivo (casi extensivo), actualmente se emplean de 80 a 90 toneladas semanales de alimento con 35% de contenido protéico, para un factor de conversión de 1.90 a 2.10 (que ha disminuido ligeramente con el cambio en la intensidad de producción) (Camilo Platz, *Com. Pers.*). Esta importante cantidad de compuestos nitrogenados podría eventualmente aportar contaminantes al agua de los estanques y finalmente a los efluentes; sin embargo, no parecen haber estudios que permitan establecer una relación entre ambos factores.

Aún así, en el marco de la normatividad ambiental vigente, las fincas camaroneras cuentan con Planes de manejo de vertimientos para reducir las cargas de los efluentes y hacen el pago por tasas retributivas. Mensualmente se entregan muestras y se rinde informe a la autoridad ambiental para controlar que los factores fisicoquímicos se mantengan en el rango de lo permitido. Además, el cambio en la intensidad de la producción ha reducido también el aporte de contaminantes derivados de la alimentación (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Con el fin de controlar las cantidades adicionadas de alimento a los estanques, se emplean comederos que permiten cuantificar el consumo que realizan los camarones y así verificar las tablas de alimentación planteadas. Esto contribuye tanto a garantizar que los organismos reciban la cantidad de alimento necesaria para su correcto desarrollo, como a disminuir la carga de piensos sobrantes (potenciales contaminantes por acumulación excesiva de materia orgánica) en los estanques. Además, “ha permitido sustentar la producción acuícola con menos errores de interpretación y por lo tanto, lograr constancia en las conversiones alimentarias” (Talavera, 1997, pág. 2).

Además, conscientes de los efectos nocivos de efluentes cargados con contaminantes, las fincas realizan controles constantes sobre las características del agua de los estanques, manteniendo los niveles de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), SDT (Sólidos Disueltos Totales), SST (Sólidos en Suspensión Totales) y otros parámetros fisicoquímicos, por debajo de los límites permitidos por instituciones de vigilancia y control como CARDIQUE, que monitorea constantemente los niveles de contaminación de agua tanto en las fincas como en las plantas de proceso (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Pero así como la actividad productiva obviamente tiene efectos sobre su entorno, también existen condiciones de éste que llegan a afectarlo profundamente. Es el caso de la fuerte y prolongada temporada invernal que ha azotado al país desde finales de 2010; principalmente debido al rompimiento del canal del Dique y en forma secundaria a las lluvias copiosas, algunas piscinas tuvieron mezcla de agua (bajando la salinidad) que conllevó a una mortalidad importante de los camarones, se dificultó la llegada a los estanques para su supervisión y adicionalmente, se retrasó la cosecha de los organismos por la imposibilidad de instalar las máquinas para este proceso (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Por otro lado, si bien es obvio que ninguna actividad productiva tendrá cero impactos negativos ecológicos, las empresas cultivadoras de camarón han establecido una serie de estrategias para minimizar estos impactos y restaurar el entorno con ayuda de la comunidad en la región de influencia.

A través de PROBESO (Fundación creada por la empresa C.I. Océanos), se realizan y promueven actividades como:

- Capacitación en vivero forestal y creación de grupos productivos de mangle en las comunidades de Leticia y Pueblito.
- Repoblamiento de alevinos en la Ciénaga del Covado, con el objetivo de beneficiar a los pescadores de las diferentes comunidades pesqueras.
- Capacitaciones en convenio con el SENA sobre cuidado y conservación del ambiente.
- Potabilización de agua.
- Talleres sobre el uso racional de la energía eléctrica, en coordinación con la empresa encargada de la energía en el Departamento.
- Reapertura del Caño de la población Pueblito con aporte de C.I. Océanos y apoyo de los empleados.
- Jornada de orden y aseo en la comunidad de Puerto Badel, con la participación de los estudiantes.
- Concurso infantil de pintura sobre temas ambientales, acompañados de una charla de sensibilización ambiental.
- Control de plagas en las Instituciones Educativas de Puerto Badel, Leticia, Recreo y Pueblito.
- Capacitación en artesanías con materiales naturales propios de la región en las comunidades de Leticia y Recreo, en convenio con el SENA.

Adicionalmente, existen actualmente ciertos compromisos con CARDIQUE que obligan a las fincas a sembrar cierta cantidad de mangles dependiendo la cantidad de biomasa producida. Esta institución también regula las áreas a reforestar, seleccionando aquellos sitios en donde es prioritaria la siembra de estas plantas. A través de los viveros promovidos por PROBESO, se adquieren las semillas para la siembra del mangle, haciendo que la comunidad se involucre íntimamente a estos procesos de reforestación (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Económico - sociales

La harina de pescado es la fuente esencial para la elaboración de alimentos balanceados en la camaronicultura, que representan el mayor costo en esta actividad productiva, pues se requiere producirlos (haciendo de la harina de pescado otra variable del mercado) o importarlos, como en el caso de Colombia, que cubre cerca del 97% de sus requerimientos a través de la importación, convirtiéndolo en un importador neto. Los grandes proveedores mundiales de este insumo son Perú, Chile y Noruega, que exportan los $\frac{2}{3}$ de su producción (Centro de Investigaciones para el Desarrollo, 2008).

Sin embargo, el uso de este insumo a nivel global en la acuicultura ha sido fuertemente criticado por varias razones; una de ellas es la competencia con la nutrición humana. Debido a la necesidad de suplir la alimentación de la población humana en continuo crecimiento a nivel mundial, la captura de peces de bajo valor (de mercado) para la producción de productos acuícolas de alto valor, empieza a verse como una actitud de negligencia e indiferencia con las necesidades de las poblaciones humanas más pobres, que podrían satisfacer sus requerimientos alimentarios básicos con esos peces que no son comercializados en el mercado, pero podrían llegar fácilmente a ellos.

En Colombia particularmente, se ha venido importando el alimento de Nicovita, empresa peruana; sin embargo, a partir de 2011 se ha empezado a importar un alimento llamado ABA proveniente de Ecuador, pues la empresa C.I. Océanos estableció desde mayo de 2010, una asociación con la empresa Empagran de este país, que también cuenta con planta de producción de alimentos balanceados para acuicultura y por lo tanto, les resulta mucho más rentable adquirir los piensos de esta empresa (Camilo Platz, *Com. Pers.*). Este alimento tiene la misma calidad nutricional del que se venía empleando, por lo que su sustitución únicamente obedece a factores económicos.

Es así como la harina de pescado tiene una fuerte influencia sobre los costos de producción del camarón de cultivo en nuestro país, pues además de adquirir los piensos a través de la importación, se ven sometidos a variables macroeconómicas (tasa de cambio). Esto también puede llegar a causar una disminución en la contratación de mano de obra, con el fin de compensar el gasto en alimento balanceado.

Adicionalmente, existe una competencia importante por el insumo con otras cadenas productivas que también emplean la harina de pescado como fuente principal para la elaboración de productos tales como alimento concentrado para mascotas o enlatados para consumo humano, lo cual reduce la cantidad de materia prima disponible para cada una de estas actividades productivas e incrementa su valor comercial.

Por otra parte, desde que inició la crisis económica mundial en 2008, el sector acuícola de producción de camarón se ha enfrentado a varias dificultades. Sumado al hecho de que la demanda de este producto ha tenido una caída (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2010), la ganancia percibida por las transacciones

internacionales disminuyó significativamente (aún se continúa en esa situación debido a la continua revaluación del peso colombiano) y se siguieron asumiendo los altos costos de producción derivados del sistema de cultivo intensivo (cantidad de alimento, aireación de los estanques, recambio de agua).

Si bien la revaluación del peso favorecería las importaciones de los alimentos balanceados, los incrementos en los esfuerzos de pesca y por lo tanto del valor comercial de la fuente de la harina de pescado (anchoveta peruana), hacen que su precio no disminuya tanto como se esperaba. Por tal razón, la baja en la rentabilidad de este negocio ha obligado a realizar algunos ajustes para evitar la quiebra y el cierre definitivo de las fincas camaronicultoras. La empresa C.I. Océanos, por ejemplo, cambió su sistema de cultivo, bajando la intensidad a un sistema casi extensivo, reduciendo los costos de producción al disminuir la cantidad de insumos requeridos.

Esta situación ha tenido varias implicaciones directas tanto para la empresa como para las poblaciones de influencia. Si bien los costos de producción se reducen notablemente, la productividad de los estanques también disminuye, lo cual baja la disponibilidad de mercado del camarón.

Sin embargo y con el fin de compensar una menor cantidad de producto, los esfuerzos de la finca se orientan a una mayor talla del animal. Anteriormente se tenía una gran cantidad de producto pero los precios de mercado no eran favorables, por lo que las empresas productoras estaban a pérdida, ahora se disminuye la cantidad pero se aumenta la masa final del camarón, cambiando las relaciones comerciales con los compradores tradicionales (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

A pesar de que esta estrategia permite continuar operaciones al reducir los costos de producción, esta crisis económica y la reducción en la intensidad del sistema, han tenido impactos sociales negativos.

La contratación de operarios para realizar funciones como alimentación a los organismos, filtración y toma de parámetros fisicoquímicos, se realizaba mediante contratos a término indefinido a través de una Cooperativa; con el cambio en la situación económica de la cadena productiva, la cantidad de operarios contratados disminuyó considerablemente y la forma de

contratación cambió a contratos de término fijo por seis meses directamente con la empresa, al cabo de los cuales, según la necesidad, se renuevan (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Esto ha sido un golpe para las poblaciones humanas locales, pues cerca del 80% de la mano de obra proviene de los pueblos ribereños del Canal del Dique (Puerto Badel, Pueblito, Leticia, Recreo y Rocha), que tradicionalmente vienen dependiendo de la oferta de trabajo de la finca camaronicultora (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Adicionalmente, los procesos de automatización que han empezado a implementarse en los eslabones finales de la cadena productiva (procesamiento del camarón) con el fin de reducir gastos de mano de obra también han influido en la reducción de las contrataciones a los pobladores de la región.

Pero no sólo se ha reducido la oferta laboral, también se ha perjudicado el aporte social del sector productivo, pues el dinero y otro tipo de apoyo que las grandes fincas productoras de camarón de cultivo habían venido destinando a las localidades de influencia de la actividad, se ha reducido considerablemente. Sin embargo, debido a la estrecha relación que se estableció entre la cadena y la región, se ha recurrido a diversas estrategias para continuar con los programas sociales de promoción de las empresas.

La Fundación PROBESO (fundación sin ánimo de lucro) es un Programa de Beneficio Social creado por C.I. Océanos en 1995 y constituido legalmente en 2001, que tiene seis áreas de apoyo a las poblaciones de la región: salud, educación no formal, proyectos integrales de desarrollo comunitario, formación de grupos y/o microempresas en diferentes actividades para lograr el mejoramiento socioeconómico de la zona, programas de autoconstrucción de comedores infantiles, orientación familiar y más recientemente, apoyo para solventar los efectos de la oleada invernal (mercado, obras civiles).

Estos proyectos sociales venían siendo financiados con la venta de productos reciclables que genera C.I. Océanos y aportes corporativos del grupo empresarial Manuelita (propietarios de la empresa camaronicultora). Actualmente, la posibilidad de destinar recursos económicos a los proyectos sociales se ha reducido considerablemente, creando incertidumbre sobre la posibilidad de continuar con la función social de la empresa en la zona.

Ante esta situación, las posibilidades de acción se reducen a dos: finalizar o reducir significativamente el aporte a los proyectos (lo que significaría un doble golpe a las poblaciones, pues se finaliza la vinculación laboral de varios trabajadores y se les eliminaría el apoyo en salud, deporte, cultura y actividades productivas) o buscar alternativas que permitan continuar con las actividades que vienen realizándose.

Debido a la gran importancia que ha tomado la Fundación en la región y la dependencia de sus pobladores para adquirir servicios o recursos que de otra forma carecerían, C.I. Océanos ha optado por contactar diversas instancias e instituciones públicas que brinden un auxilio para seguir apoyando a la comunidad y crear opciones de microempresas para el personal que tuvo que salir de la finca.

Es así, como se han realizado gestiones con la Gobernación de Bolívar, el SENA y CARDIQUE para buscar apoyos que permitan continuar con las labores sociales. El gerente general de C.I. Océanos ha acordado ya con varias empresas, como Aguas de Cartagena, que todos los uniformes empleados en la Institución, serán adquiridos de la cooperativa de costura de mujeres cabeza de hogar promovida por PROBESO (quienes también realizan las dotaciones de la empresa camaronicultora) (Camilo Platz, *Com. Pers.*), garantizando así su funcionamiento.

En cuanto a la planta de profesionales, ésta es más bien reducida, ya que las funciones o cargos desempeñados son bastante puntuales. Además de la planta administrativa, en C.I. Océanos por ejemplo, se cuenta con un Asistente de gerencia, profesional en Biología marina, que realiza diversas tareas: análisis de datos y producción (como función principal), proyecciones, apoyo en las labores sociales, temas ambientales como la certificación ISO 14001 y compromisos con CARDIQUE, INVIMA, ICA, Unión Europea. También laboran acuicultores (generalmente egresados de la Universidad de Córdoba) que se encargan de realizar controles a las piscinas, verificando que las condiciones del camarón sean óptimas en términos de salud y alimentación y que los niveles de captura sean óptimos (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Aunque este grupo de profesionales responde favorablemente a las necesidades actuales de la empresa, no parece haber una oferta laboral para personal capacitado que permita realizar mayores innovaciones al proceso productivo o generar procesos de investigación más fuertes

para optimizar la cadena. Es evidente que la restricción económica impide vincular profesionales que promuevan cambios, pues los altos costos de producción y las dificultades ya mencionadas sólo permiten contar con el mínimo personal necesario para que las fincas funcionen.

Si bien existe una institución orientada a la investigación para el mejoramiento del cultivo de camarón (CENIACUA), las condiciones particulares de cada finca (disponibilidad y calidad del agua, microclima, cobertura vegetal, características de los suelos, influencia de mareas, vientos y actividades antrópicas, entre otras) hacen necesaria la búsqueda de prácticas o la generación de alternativas que mejoren la producción de cada finca. La existencia de CENIACUA brinda muchísima información de gran valor para el sector, sin embargo se requiere mayor participación *in situ* con las fincas productoras.

Por lo tanto, es necesario buscar alternativas que permitan una mayor cercanía entre CENIACUA y las empresas productoras, facilitando la presencia y acción de investigadores al interior de las fincas, lo cual no sólo promovería acciones para mejorar la producción, sino que generaría información relevante en el área acuícola para el país y como base para experiencias en otras regiones.

En términos de la relación con prácticas extractivas relacionadas con la acuicultura, no parecen existir conflictos aparentes; de hecho, estos dos gremios en la región han establecido vías de comunicación eficientes que facilitan el apoyo y colaboración (p.ej. actualmente se está estudiando la posibilidad de facilitar a los pescadores del sector, un espacio que funcione como centro de acopio) (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

Todos estos son efectos indirectos del uso de harina de pescado, pues es el factor restrictivo en la producción de camarón. Es el componente principal de los alimentos balanceados, que a su vez representan el mayor costo en la producción (cerca del 45%); su uso no puede eliminarse ni obviarse, ya que de ello depende la productividad de las fincas. Así que aumentos en los precios de dicho insumo tendrán un efecto de cascada sobre los componentes económicos y sociales asociados a esta actividad productiva.

Es entonces evidente que la cadena de camarón de cultivo tiene impactos positivos en la región de influencia del Caribe colombiano en los subsistemas ecológico, económico y social. Debido a

la fragilidad ecosistémica del entorno y a través de compromisos con CARDIQUE, se realizan actividades de recuperación y restauración ecológica, involucrando activamente a los pobladores de los pueblos aledaños a las fincas, permitiendo además, generar conciencia ambiental y sentido de pertenencia hacia el entorno natural.

Económica y socialmente, esta actividad hace partícipes de los ingresos de la producción en forma directa e indirectamente, a dichos pobladores. En forma directa, toda la mano de obra del personal sin formación académica proviene de los pueblos cercanos, lo cual representa para ellos una fuente económica importante y alternativa a actividades extractivas, donde los ingresos recibidos por familia son menos constantes y estables. Indirectamente y debido a la escasez de oportunidades para desarrollar actividades económicas y satisfacer necesidades primarias, los programas sociales de la industria se constituyen en una oportunidad para construir proyectos económicos a pequeña y mediana escala y solventar necesidades insatisfechas (principalmente educación, salud, servicios e infraestructura básica).

Adicionalmente, representa ingresos en la región a través de trabajos indirectos ligados a la cadena productiva, como el transporte de trabajadores e insumos por lancha desde Cartagena hacia las fincas camaroneras, mantenimiento de maquinaria y bodegaje, entre otros.

Por lo tanto, esta actividad productiva se vería privilegiada sobre otros usos del terreno debido al peso que tiene la cadena en la región. Por un lado, las características del suelo (inundable, con tendencia a formar salitrales) no son aptas para actividades agrícolas o pecuarias, sólo podrían llegar a desarrollarse pastizales en el sector de Cartagenera (Sucre) para la instauración de ganado, conllevando a otras problemáticas ecológicas (compactación de suelo e inundaciones) y socioeconómicas (menor oferta de mano de obra); y por otra parte, se perdería toda la dinámica de fomento social que se ha generado entre la industria camaronicultura y la gente de la región.

Por otro lado, el uso de esas zonas costeras inundables presenta la mejor alternativa de uso de territorio, otorgándole a Colombia varias ventajas para la producción de camarón de cultivo. Además de un clima más o menos constante durante todo el año, con temperatura del agua adecuada, son zonas con bajo (o nulo) potencial turístico que por la inundación constante con agua marina, las hace propicias para el desarrollo de tal actividad.

El país también cuenta con una importante fortaleza institucional para la consolidación interna y externa del camarón cultivado, pues existe el interés desde la Presidencia de la República para impulsar y promover el producto y la asesoría, apoyo técnico, financiero y de promoción del INCODER, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Comercio Exterior y PROEXPORT.

Sin embargo, aún quedan pendientes algunos temas por consolidar, como el ordenamiento territorial de la actividad dentro de los planes departamentales, pues si bien se resalta la importancia de la producción del camarón, no se establecen lineamientos ni directrices para su desarrollo, la prospección de nuevas áreas de cultivo o estrategias para la reactivación de las áreas abandonadas de dicha actividad con el fin de aprovechar más eficientemente las cualidades locales para incrementar la capacidad de producción para exportación (y en segunda instancia, para el consumo interno).

Alternativas a la harina de pescado

El suministro de proteína es el factor más relevante en el crecimiento y producción de camarón (Venero, Davis, & Rouse, 2007). Para conseguir una fuente de proteína alternativa para los organismos acuáticos de cultivo en general y de los camarones en particular, deben tenerse en cuenta varios parámetros y condiciones que deben cumplirse para que sea realmente efectiva.

Debe satisfacer las necesidades nutricionales del organismo, ser estable en el agua, atractivo a los animales, tener buena digestibilidad, contribuir al crecimiento y sistema inmunológico sin desmejorar la calidad del producto final. Adicionalmente, debe ser costo efectivo y la tasa de conversión favorable.

Por supuesto, no es suficiente lograr una sustitución biológica y económicamente efectiva, también es necesaria una vinculación con prácticas adecuadas para el suministro de los piensos a los organismos. Es importante controlar la cantidad, frecuencia y método de alimentación empleado, de acuerdo con el estadio del camarón (talla), densidad de siembra y características del medio (estanque) y entorno (por ejemplo, condiciones climáticas).

Si se logra obtener un alimento balanceado que tenga una alta densidad nutricional, se conseguirá un mejor factor de conversión, pues se necesitará una menor cantidad de alimento

para producir el mismo nivel de crecimiento en los camarones, sin afectar el rendimiento neto (Venero, Davis, & Rouse, 2007).

Una de las opciones potenciales de sustitución de proteína en alimentos para camarón son las microalgas, que tradicionalmente se han empleado en la fase de larvicultura como alimento vivo (Ju, Forster, & Dominy, 2009) y hacen parte del alimento natural en los estanques de levante y engorde, constituyéndose también como el punto de inicio de la cadena alimentaria a través de la cual fluye la materia y energía en esos sistemas.

Debido a que “La mayoría de las algas tienen un alto contenido proteico, mientras que se puede obtener un alto contenido de aceite a través de la manipulación de las condiciones de cultivo” (FAO, 2010a, pág. 20) ya se han evaluado los efectos de adición de microalgas marinas a dietas formuladas para camarón y las pruebas de alimentación mostraron mejor crecimiento y sobrevivencia de los organismos, no alteraron negativamente la cantidad de ácidos grasos en la cola, ya que “casi toda la biomasa de microalgas es rica en ácidos grasos poliinsaturados” y mejoraron la coloración de los músculos por la contribución de carotenoides (principalmente astaxantinas) (Ju, Forster, & Dominy, 2009, pág. 241).

Estos resultados abren las posibilidades para la utilización de microalgas marinas en forma seca en las dietas para camarón (Ju, Forster, & Dominy, 2009). Ya que el agua marina es un recurso abundante, que actualmente existe una infraestructura especializada para el cultivo de organismos acuáticos en la Costa Caribe y hay personal capacitado en diversas áreas para apoyar la producción, se puede pensar en la posibilidad de iniciar pruebas piloto para la producción de microalgas marinas con el fin de destinarlas a la fabricación de alimento balanceado para camarón.

Aunque se había evitado el uso de microalgas dentro de la camaronicultura debido a las complicaciones de producción, costos adicionales en investigación y mano de obra (Muller-Feuga, 2000), actualmente los avances tecnológicos, la disposición Estatal y empresarial por mejorar el proceso productivo, presentan un ambiente favorable para empezar a aprovechar esta fuente proteica tan disponible, poco exigente y con mínimos impactos ecológicos negativos.

De hecho, para reducir o evitar el uso de fertilizantes para la producción de las algas (que son artificiales y muy costosos), se pueden aprovechar las aguas de desecho, que al funcionar como fuente de nutrientes para su cultivo, se someterían a una reducción de carga contaminante (FAO, 2010a). Así que sería un doble beneficio, se producirían microalgas como fuente proteica a costos muy económicos y se contribuiría a disminuir la carga de los efluentes.

Las microalgas entonces se resaltan como una buena opción alternativa, ya que los estudios demuestran favorables resultados en los camarones de cultivo, se cuenta con experiencia nacional en su proceso de cultivo y existe la infraestructura instalada para llevarlo a cabo, ya sea junto con el camarón, en las aguas de desecho o en estanques abandonados (por el cierre de varias fincas), disminuyendo así la competencia con otras actividades productivas por uso de terrenos.

Además del personal ya capacitado para el cultivo de las microalgas, en la camaronicultura colombiana ya se han venido empleando las microalgas en los laboratorios de larvicultura, por lo cual podría tomarse en consideración la gran experiencia adquirida y aplicarla a los estadios de maduración y engorde.

Por lo tanto, el entorno muestra una gran potencialidad para aprovecharlas (disponibilidad ilimitada de agua, adecuada temperatura media, suficientes fuentes de nutrientes), haciendo que el impacto ecológico sea mínimo (siempre y cuando las condiciones del cultivo sean apropiadas).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que se requeriría la instalación de tecnología apropiada para el procesamiento necesario de las algas cosechadas, lo requeriría de una inversión inicial moderada, que tendría que ser asumida por la industria de camarón de cultivo, una naciente industria de alimentos balanceados con fuentes alternativas, la industria colombiana productora de alimento para animales de cría o a través de financiación por proyectos de investigación y apoyo del Estado.

Y por supuesto, para realizar efectivamente la inversión de capital y destinar áreas, insumos y trabajo humano, cualquiera de las empresas o entes mencionados requerirá la certeza de la efectividad del cultivo de microalgas para la fabricación de los piensos, razón por la cual sería necesaria una completa investigación previa en el Caribe que tenga en cuenta condiciones para

el cultivo de las algas, características de las mismas, factibilidad nutricional para alimentación del camarón y finalmente condiciones para la inclusión dentro de alimentos balanceados.

Otra opción de sustitución son las fuentes de proteínas vegetales como las tortas de oleaginosas (Adriana Muñoz, *Com. Pers.*), que si bien tienen los inconvenientes de digestibilidad (puesto que la fisiología del camarón no es apropiada para digerir y asimilar material vegetal), son de fácil obtención, disponibilidad y elaboración.

Sin embargo, se ha demostrado que los inconvenientes de digestibilidad pueden ser solventados; de hecho, varios países europeos (entre los cuales se resalta Noruega, país con gran tradición acuícola y de investigación en este sector) han avanzado mucho en la sustitución exitosa de proteína animal (harina de pescado) por proteína vegetal (canola, soya, maíz, gluten, arveja, semilla de algodón) en alimentos balanceados para organismos acuícolas. Estos casos exitosos han sido presentados en el 14 Simposio Internacional en Nutrición y Alimentación Acuícola, realizado entre el 31 de mayo y el 4 de junio de 2010 en Qingdao, China.

Evidentemente, esto ha ido de la mano con la manipulación y/o selección de organismos que puedan digerir eficientemente estas proteínas. Es entonces como se ha ido trabajado en el mejoramiento genético de los camarones y la selección artificial de los individuos fisiológicamente más favorecidos, para la creación de líneas genéticas de camarones que puedan alimentarse de piensos elaborados (exclusivamente) a partir de materias primas vegetales.

La gran fortaleza de Colombia en este aspecto es el Programa de Mejoramiento Genético de CENIACUA, que si bien se ha orientado fundamentalmente hacia mayores tallas y resistencia del camarón frente a patógenos, tiene toda la experiencia y el potencial para trabajar conjuntamente con el Programa de Nutrición del mismo Centro, con el fin de lograr la adaptación fisiológica de los organismos para el procesamiento de la proteína vegetal consumida.

Por otro lado, existen varios cultivos agrícolas en el área de Cartagena y Sucre con los que podrían iniciarse contactos para la adquisición de subproductos o desechos. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial del distrito de Cartagena y el Diagnóstico socio-económico del Departamento de Bolívar, hay extensiones importantes de cultivos de coco y medianos y

pequeños cultivos de yuca, papaya, cacao, algodón, caña panelera, ciruela, plátano, berenjena, melón, arroz, maíz, frijol, sorgo, aguacate, maracuyá y ajonjolí. Mientras que de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Sucre, los cultivos más importantes son arroz seco, maíz, plátano, caña panelera, patilla y coco (entre otros frutales) y pequeños cultivos de yuca, ñame y sorgo.

Esto demuestra un gran potencial local para iniciar estudios y pruebas para el empleo de materias primas vegetales provenientes del material de cultivos que no es apto para la comercialización, subproductos o desechos de las actividades agrícolas. Esto beneficiaría directamente a ambas industrias, pues el sector camaronicultor tendría la posibilidad de elaborar los piensos a bajo costo y la industria agrícola del sector recibiría ingresos por productos o material de desecho que no es comercializable bajo otras condiciones.

También se han realizado pruebas sustituyendo la harina de pescado con otras fuentes de proteína animal (harina de subproductos aviares, harina de carne y hueso de res, harina hidrolizada de plumas y harina de sangre) en diferentes proporciones, con y sin adición de harina de krill y aceite de pescado y con adición, adición parcial de aminoácidos o sin esta.

En estos experimentos se encontraron buenos resultados en el crecimiento del camarón con las dietas que sustituyeron completamente la harina de pescado y de hecho, se evidenció que no es necesaria la adición de aminoácidos para una sustitución efectiva, razón por la cual estas dietas resultan más económicas (Tacon, Cahyono, Sugema, Zaudjat, & Nates, 2010).

A pesar de que ya se ha dicho que la sustitución de harina de pescado es complicada en especies como el camarón (organismo omnívoro con tendencia a la carnivoría), en Colombia ya se han realizado algunas pruebas exitosas para formulación de dietas en Arawana (peces omnívoros con tendencia a la carnivoría), que han logrado sustituir una gran proporción de fuentes de proteína animal, con materias primas de fácil consecución por parte de pequeños y medianos productores (Muñoz & Serrano, 2009).

A pesar de que en esas pruebas también se evaluaron materias primas comerciales, se encontró que la dieta más exitosa para el crecimiento de los peces se compuso de material animal y vegetal alternativo (harinas de palometa, mandioca, plátano, pulpa de aguaje y semilla de huito) (Echeverry-Franco, Franco-Rojas, Peláez-Rodríguez, Wills-Franco, & Muñoz-Ramírez,

2010). Y como uno de los productos más importantes de dicho estudio, tanto para investigadores como para productores, se generó la tabla de composición de 50 materias primas alternativas y una base de datos, para que de acuerdo con la disponibilidad de aquellas, se pueda formular una dieta a menor costo, pero que cumpla con los requerimientos del organismo (Adriana Muñoz, *Com. Pers.*).

En esa búsqueda de materias primas alternativas para fabricación de alimento balanceado, se concluyó que aquellas más adecuadas serán las que se encuentren en abundancia en una región particular, que sean un subproducto (o desecho) de actividades extractivas o productivas y que no compitan con los requerimientos o preferencias humanas de nutrición.

Aunque si bien es cierto que la idea central es la sustitución de la harina de pescado, una de las opciones son los peces que están en subienda (la cantidad de pescado supera la demanda y por lo tanto el precio disminuye) o de bajo valor económico (pesca incidental que principalmente por cuestiones culturales, algunos grupos humanos no consumen) (Adriana Muñoz, *Com. Pers.*). En este caso, no se sustituiría la harina de pescado sino la fuente de dicho insumo, pasando de una especie particular sobre la cual hay una fuerte presión de pesca dirigida, a un uso más amplio, diverso y generalista de peces; además, en realidad se estaría aprovechando una fuente que de otra forma, sería desechada.

Por otro lado, una alternativa interesante son los ensilajes (mezclas de vísceras), que son una fuente rica en grasas y con algo de aporte proteico (Adriana Muñoz, *Com. Pers.*), así que además de reemplazar la harina de pescado tradicional, en este caso también se podría estar sustituyendo o reduciendo, el uso de aceite de pescado en la formulación del alimento. Adicionalmente, se estaría eliminando la problemática de disposición de estos residuos orgánicos.

De hecho, en Colombia ya se ha venido trabajando con ensilajes para la producción a escala comercial de tilapia en el embalse de Betania, obteniendo buenos resultados en digestibilidad, crecimiento y calidad (color, sabor) del producto final. Por lo tanto, teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos con otra especie acuícola, podría considerarse como buena opción para el inicio de pruebas con el camarón de cultivo.

Ya que no parecen existir conflictos entre la actividad extractiva (asociaciones de pescadores) y la productiva (cultivo de camarón), se podrían establecer relaciones de cooperación en las que los pescadores faciliten el pescado sobrante o las vísceras a un precio muy bajo o a cambio del uso de algunas instalaciones requeridas (refrigeradores o espacios de almacenamiento).

Otra de las opciones más interesantes y promisorias, es el uso de insectos. De acuerdo con la FAO (FAO, 2010b), actualmente hay más de 1000 insectos empleados como fuente directa de alimento para humanos y se presenta como una opción bastante satisfactoria para garantizar la seguridad alimentaria principalmente de países y comunidades pobres.

Pero cada vez es más evidente la posibilidad de aprovechar las cualidades nutricionales de los insectos como alimento para animales de cría, puesto que además del significativo aporte proteico, contenidos de grasa y minerales, reducen la cantidad de desechos digestivos de los animales cultivados, pues facilita la concentración de nutrientes. Se han propuesto como los insectos más promisorios para este fin, las larvas de moscas soldado, moscas domésticas, gusano de harina, gusano de seda y grillos (FAO, 2010b).

El hecho de que sus ciclos de vida sean cortos, los convierte en una fuente con disponibilidad virtualmente ilimitada, lo que disminuye la probabilidad de reducción poblacional por extracción de individuos y por lo tanto, los desbalances ecosistémicos. Adicionalmente, son abundantes en prácticamente todos los ambientes terrestres y acuáticos, tanto naturales como artificiales.

Existen entonces en el Caribe colombiano dos posibilidades para la obtención de los insectos con miras a la producción de alimentos balanceados: la extracción desde ecosistemas o agrocultivos locales, creando nuevas opciones laborales para la comercialización o recolección de estos organismos. También podría empezar a verse como una alternativa al uso de pesticidas, pues en lugar de emplear agentes químicos, se capturan o “cosechan” los insectos de los cultivos, reduciendo así mismo, los costos de producción en ellos.

La otra opción es la cría como nueva actividad productiva que no precisa de altas inversiones económicas, pues los insectos son organismos con requerimientos fácilmente suplidos y que de hecho, pueden crecer sobre materia orgánica de desecho. Podrían establecerse “micro” granjas de cultivo de insectos en las fincas camaroneras que han cerrado, aprovechando esos espacios que no son aptos para otro tipo de actividades, haciendo buen uso de los terrenos (pues los

desechos provenientes de la cría de insectos tienden a la nulidad) y brindando opciones económicas (y probablemente alimentarias) a los pobladores de la región costera de influencia.

Como última posible alternativa de sustitución pueden considerarse los hidrolizados de proteínas (péptidos obtenidos de la hidrólisis de proteínas), que usualmente se emplean como fuente de nitrógeno para niños y adultos enfermos por su absorción directa en el intestino (sin digestión a nivel de estómago). Esta alternativa es interesante dadas sus propiedades de digestibilidad aumentada y alergenicidad disminuida (Benítez, Ibarz, & Pagan, 2008), lo que haría mucho más eficiente el proceso de alimentación de los camarones, reduciendo la carga de materia orgánica desechada y minimizando la probabilidad de enfermedades en los animales, haciendo que en conclusión, el cultivo del camarón fuera más “limpio”.

Para la alimentación animal se proponen como sustratos proteicos el pescado, carne de res, sangre, vísceras y microalgas (Benítez, Ibarz, & Pagan, 2008), todos de fácil adquisición a nivel local, con la posibilidad de establecer convenios o programas que permitan cambiar entre los sectores (o comprar a bajo costo) estas materias primas por información derivada de los procesos de hidrólisis o constituir una industria conjunta entre los camaronicultores, ganaderos y pescadores para la comercialización de hidrolizados fuera y dentro del país.

Sin embargo, deben tenerse en cuenta las limitantes que presenta esta alternativa. Para poder producir hidrolizados proteicos, se requiere un reactor que controle factores como agitación, pH, temperatura y tiempo de proceso; insumos como enzimas (proteasas) y una buena cantidad de agua dulce y finalmente, personal especializado para realizar la hidrólisis. Lo anterior se traduce en costos elevados y la preocupación ética de emplear agua dulce como parte de este proceso, en una región costera en la que es un bien escaso.

Independientemente de la fuente alternativa seleccionada y además del éxito en la formulación de dietas balanceadas a partir de ella, pueden sacarse varias conclusiones importantes en la búsqueda de sustitutos a los alimentos comerciales. Por un lado, se hace evidente que pueden fabricarse alimentos balanceados con materias primas locales cuya abundancia permanece relativamente constante, independientemente de la época del año, lo cual garantiza tanto su disponibilidad para la elaboración de piensos, como reducciones en las oscilaciones de precios.

La propuesta es que se logre una conexión entre las diversas actividades productivas locales, con el fin de conseguir un flujo de materia que concluya en la elaboración de alimentos balanceados para la producción de camarón de cultivo o acuicultura en general. Podría pensarse en un aporte de residuos de las fincas camaronicultoras para el abono de cultivos agrícolas, que a su vez aportarían restos de los cultivos o subproductos como materia prima para los piensos, relaciones de cooperación con las actividades de pesca o cultivo de otros organismos acuáticos y posibilidades industriales con sectores como la ganadería (en el caso de los hidrolizados).

De lograrse una formulación alimentaria con altos niveles de energía y reducción en compuestos nitrogenados, se llegará a requerimientos menores en las cantidades de alimento, que junto con mejores prácticas de alimentación, permitirán que los nutrientes sean mejor aprovechados y se reduzcan las cargas orgánicas residuales, lo que tendrá efectos económicos a favor de la granja de producción y reducirá el potencial de contaminación acuática (Venero, Davis, & Rouse, 2007).

Cualquiera que sea la fuente principal de proteína, la formulación de los piensos debe ser realizada por un especialista y debe ser específica para el organismo de cultivo (que en este caso, sería el camarón blanco del Pacífico) y el sistema de cultivo que se está empleando. Además, es imperante que la producción de piensos vaya de la mano con buenas prácticas de manufactura para garantizar su calidad y reducir impactos ecológicos negativos (FAO, 2001) directos o indirectos.

Evidentemente, no es suficiente únicamente lograr un alimento balanceado con una fuente proteica alternativa que sea beneficiosa para el crecimiento, sobrevivencia y producción del camarón, el ideal es que brinde alternativas de crecimiento de la industria en términos económicos y sociales y que reduzca considerablemente los impactos ecológicos negativos.

Por supuesto, esta búsqueda de materias primas alternativas y el posible desarrollo de una industria de alimento balanceado, debe ir de la mano con un acompañamiento tecnológico que permita hacer de esos productos, un insumo práctico, completo y económicamente atractivo para los sectores de producción acuícola.

Pues si bien en Colombia se cuenta con una planta de producción de alimentos perteneciente al grupo empresarial Purina, se ha comprobado que la compra del alimento para camarón de cultivo (Camarona) resulta mucho más costosa que la importación desde una planta peruana o ecuatoriana (Camilo Platz, *Com. Pers.*).

De hecho, actualmente la fabricación (obviamente a escala artesanal) de alimentos balanceados con fuentes alternativas no es costo eficiente porque la búsqueda de las materias primas resulta costosa. Sin embargo, si se tienen unos ingredientes (locales) ya establecidos que estén disponibles periódicamente en cantidad suficiente (principalmente subproductos o superproducciones), podría llegar a ser económicamente más favorable (Adriana Muñoz, *Com. Pers.*).

Por supuesto, las prácticas tecnológicas para la producción de alimentos tendrán que ir modificándose o adaptándose de acuerdo con los nuevos sustitutos, con el fin de ajustar parámetros como calidad de agua, textura del alimento, eliminación de factores antinutricionales (si están presentes), mejoras en el crecimiento del organismo y en el factor de conversión y finalmente, reducción en la generación de residuos (Cuzon, 2006b). Esto no sólo permitirá hacer más eficientes los procesos de producción, sino vincular talento humano para innovar y mejorar continuamente los mecanismos productivos.

Por otro lado, en muchos países se está empezando a dar mucho valor a los alimentos de consumo humano producido orgánicamente. De hecho, llega a ser más importante el proceso de producción que el costo final al comprador. Entonces, la implementación de alimentos balanceados producidos localmente de acuerdo con los elementos mencionados, podría constituirse en una oportunidad para comercializar el camarón de cultivo en un mayor rango de mercados.

Una vez se logre una formulación alimentaria con materias primas alternativas es fundamental hacer partícipe de los procesos a los pequeños productores, brindándoles el conocimiento y dándoles un acompañamiento para poder elaborar sus dietas o insertarse en la producción de las mismas a una escala un poco más grande.

También es importante vincular diferentes entidades y grupos de trabajo a estos procesos. El interés que se genere entre los investigadores y estudiantes de la Academia es fundamental

para continuar con prospectivas de sustitución, evaluando todos los aspectos necesarios para la inclusión de una materia prima alternativa, mientras que la capacitación de técnicos y operarios es necesaria para la correcta formulación de dietas y el manejo adecuado y eficaz de los alimentos acuícolas.

Adicionalmente, se requiere el apoyo de los entes gubernamentales de injerencia con el fin de promover y fomentar las iniciativas que busquen la fabricación local o nacional de alimentos para camarón de cultivo con fuentes alternativas, que de realizarse adecuadamente, podría incluso llegar a convertirse en el futuro medio, en otro producto para exportación. Pues si bien ha sido claro el interés de la Presidencia de la República en impulsar el camarón de cultivo como uno de los sectores clave en la agroindustria colombiana, se necesita mucho más que diagnósticos de la cadena y propuestas de acción para que eso sea un hecho; se requiere apoyo continuo en la investigación e inversión para el escalamiento comercial (local y extranjero) de la producción.

Por supuesto, son importantes los proyectos que brindan lineamientos para que las pequeñas granjas de producción acuícola puedan fabricar sus propios piensos en forma artesanal, sin tener que depender de la disponibilidad de alimentos comerciales, pagar altos precios por ellos o desplazarse grandes distancias para obtenerlos. Esto también permitirá a los pequeños productores mayor capacidad de producción, pues probablemente sus costos disminuirán y podrán llevar los organismos cultivados a mercados locales o regionales con mayor probabilidad de compra.

Entretanto, para las grandes empresas camaronicultoras, esto se traduciría en una reducción significativa en los costos de producción, lo que tendría varias implicaciones: podría aumentarse la productividad de las fincas al incrementar la densidad de siembra o el área cubierta por los sistemas de cultivo; podría fomentarse más intensamente la contratación de mano de obra de personal sin formación académica para dar respuesta a ese aumento en los procesos de producción y procesamiento; la disminución en los costos de producción conllevaría a una reducción en el precio final al consumidor, por lo que podría incursionarse mucho más intensamente en el mercado nacional, privilegiando el consumo local de un producto propio sobre uno importado y promocionándolo como una fuente de proteína animal nutricionalmente más favorable que otras fuentes tradicionales y finalmente, se abriría un margen para competir internacionalmente con otros exportadores, pues podría incursionarse en múltiples opciones de

valor agregado para ofrecer el camarón cultivado en nuestro país a regiones a las que actualmente no se accede o reducir los precios en las presentaciones tradicionales, aumentando el volumen de exportación.

Y por otro lado, existe el potencial para crear una nueva cadena productiva vinculada a las actividades acuícolas, una industria para la fabricación de piensos que empleen materias primas alternativas de origen local, lo cual estimularía el sector camaronicultor en particular y la acuicultura en general, abriendo nuevas oportunidades laborales locales, aportando al PIB colombiano y reduciendo la huella ecológica de la importación de alimentos balanceados (disminuyendo además en forma indirecta, la presión de pesca sobre los peces de los cuales se obtiene la harina de pescado).

Finalmente, es clara la fuerte relación entre la industria del camarón de cultivo y las poblaciones cercanas más allá de lo laboral, así que podría iniciarse una cooperación para la generación de microempresas que fabriquen alimento balanceado con fuentes alternativas, dotándoseles por ejemplo de extrusoras, hornos de secado y demás máquinas necesarias para esta finalidad. Así, se continuaría con la labor social y se obtendría un beneficio directo para la industria.

CONCLUSIONES

Viendo que la actividad productora de camarón tiene una fuerte influencia en la región Caribe colombiana en términos sociales, pues no sólo brinda fuente de trabajo para los pobladores, sino que realmente se ha insertado en sus procesos de desarrollo, participando de sus necesidades, problemáticas y carencias, es imperativo diseñar estrategias que permitan fortalecer esta industria a través de mejores prácticas y nuevas alternativas que faciliten mayor participación de la comunidad.

Ya que la harina de pescado es el componente esencial en los piensos actualmente empleados en la camaronicultura colombiana y dicho insumo es de uso obligatorio (no puede obviarse ni disminuir arbitrariamente las cantidades empleadas), pueden detectarse efectos directos e indirectos derivados de su consumo.

El efecto directo es indudablemente un aumento en los costos de producción, pues el valor de los alimentos balanceados se incrementa continuamente debido a la disminución en las poblaciones naturales de la anchoveta peruana (materia prima de la harina de pescado). Entretanto, entre los efectos indirectos encontramos la reducción de la mano de obra de personal sin formación académica (con el fin de compensar el aumento en los costos de producción) y de los aportes sociales de la industria a las poblaciones humanas locales.

Sin embargo, Colombia tiene un gran potencial de producción de alimento balanceado, pues cuenta con los espacios, infraestructura básica apropiada y experiencia (en el caso de Purina – Agrinal) para que empresas nacionales existentes o emergentes elaboren piensos para la producción de camarón de cultivo en el país e incluso piensos para exportación.

De acuerdo con las alternativas consideradas (todas válidas, factibles y con bajo impacto ecológico negativo –y en algunos casos, con impactos ecológicos positivos–) podrían considerarse tres etapas para la sustitución de la harina de pescado (y producción de alimentos balanceados) en Colombia:

1. Corto plazo (desarrollo inmediato): Uso de ensilajes y microalgas. Los ensilajes son materias primas actualmente disponibles que únicamente requerirían el establecimiento de contactos con otras actividades productivas locales. La infraestructura requerida es baja. Entretanto, las microalgas son un recurso abundante y fácilmente explotable en los sistemas acuícolas, en los que puede considerarse como una opción de policultivo,

reduciendo así los requerimientos en infraestructura. Precisa de equipo adecuado para el procesamiento e investigación sobre digestibilidad y calidad nutricional.

2. Mediano plazo (requiere mayor inversión económica e investigación paralela a la elaboración de los alimentos): Aprovechamiento de insectos. Son un recurso que se encuentra en abundancia suficiente. Requeriría el establecimiento de granjas para la cría o la articulación con los sistemas de cultivo de la región.
3. Largo plazo (fuerte inversión económica e investigación previa): Empleo de materias primas vegetales y preparación de hidrolizados. Se necesitan trabajos de investigación sobre la efectividad nutricional en el crecimiento y desarrollo de los camarones, así como el mejoramiento de la especie para facilitar la digestión y aprovechamiento de los nutrientes, en el caso del material vegetal. En el caso de los hidrolizados se necesita una gran inversión económica para la adquisición de equipos requeridos en el proceso de hidrólisis proteica y la contratación permanente de (por lo menos) un especialista en el tema.

Independientemente de la fuente alternativa para la producción local de alimento balanceado, es evidente que a corto y mediano plazo traerá beneficios ecológicos (reducción actual o potencial de residuos orgánicos derivados de otras actividades extractivas o productivas), económicos (reducción en costos de producción, posibilidad de creación de industria competitiva nacional e internacionalmente) y sociales (oportunidades laborales en los pueblos de influencia y mayor posibilidad de programas sociales).

En todo caso, se requiere la participación continua, concatenada y articulada entre el Estado, el sector camaronicultor, otros sectores productivos y extractivos locales (cultivos agrícolas, asociaciones de pescadores, sector ganadero), la Academia, Centros de Investigación y por supuesto, poblaciones humanas en las áreas de influencia directa.

Este trabajo presenta la situación actual del uso de harina de pescado como ingrediente principal en los alimentos balanceados empleados en el cultivo de camarón en el Caribe colombiano y la forma en que aquel ha moldeado directa e indirectamente la actividad y sus funciones sociales locales. También presenta un acercamiento a las opciones que podrían llegar a ser las más favorables para la sustitución de la harina de pescado y las implicaciones que podría tener, abriendo la puerta a futuras investigaciones para evaluar su potencial real.

Como conclusión y reflexión final, puede asegurarse que “aunque el camarón puede ser un producto de lujo para muchos de nosotros, es de primera necesidad para los pueblos de donde sale la mano de obra”, razón por la cual se justifica el desarrollo de la actividad (cultivo del organismo) y la búsqueda de alternativas que mejoren el proceso productivo, pues no sólo se beneficia el sector y los empresarios ligados a éste, sino una cantidad significativa de personas vinculadas más remotamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alicorp. (1998). Alimentos naturales y comportamiento alimenticio de camarones. *Boletín nicovita. Camarón de mar*, 3 (8).
- Benítez, R., Ibarz, A., & Pagan, J. (2008). Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*, 42 (2), 227-236.
- Boyd, C. E., Hargreaves, J. A., & Clay, J. W. (2002). *Codes of practice and conduct for marine shrimp aquaculture*. World bank, NACA, WWF, FAO.
- Centro de Investigaciones para el Desarrollo. (2008). *Caracterización y evaluación de la cadena de camarón de cultivo en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Bogotá.
- Chamberlain, G. (2002). Cultivo sostenible de camarón: mitos y realidades. *Infofish Internternacional*, 2 (11).
- COLCIENCIAS & INDERENA. (1985). *Programa Nacional para el desarrollo de la acuicultura*. Bogotá.
- Cuzon, G. (2006a). Análisis sobre la sustitución de harina de pescado como fuente proteica y el futuro de la industria del camarón. Parte I. *Traducción de la conferencia realizada a los productores de camarón en la ciudad de Trujillo (Perú) del 19 al 23 de julio de 2006*. Trujillo: Boletín Nicovita.
- Cuzon, G. (2006b). Análisis sobre la sustitución de harina de pescado como fuente proteica y el futuro de la industria de camarón. Parte II. *Traducción de la conferencia a los productores de camarón en la ciudad de Trujillo (Perú) del 19 al 23 de julio de 2006*. Trujillo: Boletín Nicovita.
- Day, J. G., Benson, E. E., & Fleck, R. A. (1999). In vitro culture and conservation of microalgae: Applications for aquaculture, biotechnology and environmental research. *In vitro cellular and developmental biology - Plant* (35), 127-136.
- Delgado, C. L., Wada, N., Rosegrant, M. W., Meijer, S., & Ahmed, M. (2003). Implications for fisheries technology needs and prospects. En *Fish to 2020: Supply and demand in changing global markets* (págs. 81-104). Washington: International Food Policy Research Institute & WorldFish Center.
- Echeverry-Franco, N., Franco-Rojas, H., Peláez-Rodríguez, M., Wills-Franco, G. Á., & Muñoz-Ramírez, A. P. (2010). Utilização de ingredientes alternativos em dietas para crescimento de juvenis de aruanã prata *Osteoglossum bicirrhosum* na Amazônia colombiana. *47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27 a 30 de julho de 2010*. Salvador.
- Equipo técnico Nicovita. (2003). Prevención de acumulación de compuestos nitrogenados en el cultivo de camarón utilizando alimentos de bajo contenido protéico. (D. Sánchez, Ed.) *Boletín Nicovita. Camarón de mar*, 8 (4).
- FAO. (2001). *Aquaculture development. 1. Good aquaculture feed manufacturing practice*. Roma: FAO.

FAO. (2008). *Oportunidad de abordar los retos relacionados con el aumento de la demanda mundial de pescado derivado de la acuicultura para consumo humano*. Comité de pesca. Subcomité sobre acuicultura. Puerto Varas, Chile.

FAO. (2010a). *Algae-based biofuels: applications and co-products*. Roma: FAO.

FAO. (2010b). *Promoting the contribution of edible forest insects in assuring food security*. FAO Forestry Department programme, Roma.

Gautier, D. (2002). *The adoption of good management practices by the shrimp industry on the caribbean*. World Bank, NACA, WWF & FAO.

GESAMP. (2001). Planning and management for sustainable coastal aquaculture development. *Report and studies (68)* .

Ju, Z., Forster, I., & Dominy, W. (2009). Effects of supplementing two species of marine algae or their fractions to a formulated diet on growth, survival and composition of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture* (232), 237-243.

Kesarcodi-Watson, A., Kaspar, H., Lategan, M. J., & Gibson, L. (2008). Probiotics in aquaculture: The need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture* , 274, 1-14.

Martínez-Alier, J. (2006). La defensa de los manglares contra la industria camaronera. *Ecología política*, 32 , 41-48.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2010). *Planes de desarrollo para cuatro sectores clave de la agroindustria de Colombia. Documento sectorial, Sector camaronicultura*.

Ministerio del Medio Ambiente & ACUANAL. (2002). *Guía ambiental para el subsector camaronicultor*. Bogotá, Colombia.

Muller-Feuga, A. (2000). The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. *Journal of Applied Phycology* (12), 527-534.

Muñoz, A., & Serrano, D. (2009). Utilización de materias primas alternativas en la formulación de dietas para Arawanas. *Proyecto "Utilización de materias primas de origen vegetal y animal, de uso común y alternativo, en la formulación de dietas para crecimiento en cautiverio de juveniles de Arawana azul -Osteoglossum ferreirai- y Arawana plateada -Osteoglossum bicirrhosum"* . Bogotá.

Newmark U, F., Valverde B, C. H., Díaz L, J. M., Parra A, G., Bonilla, S. P., & Salazar V, M. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de camarón de cultivo en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, CENIACUA, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia: Giro Editores Ltda.

Nicovita. (2000). Cambiando paradigmas en el cultivo de camarón: I. Descripción general. *Boletín nicovita Camarón de Mar* , 5 (4).

Tacon, A. G., Cahyono, E. W., Sugema, U., Zaudjat, C., & Nates, S. (2010). Replacement of fishmeal and marine proteins in practical diets for Pacific white shrimp using terrestrial land animal proteins. *AQUA Culture Asia Pacific Magazine* , 6 (3).

Tacon, A. G., Nates, S. F., & McNeil, R. J. (2004). Dietary feeding strategies for marine shrimp: A review. En L.-E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M.-G. Nieto-López, D. Villarreal, U. Scholz, & M. González, *Avances en nutrición acuícola VII. Memorias del VII Simposium internacional de nutrición acuícola 16-19 noviembre, 2004* (págs. 695-706). Hermosillo, Sonora, México.

Tacon, A.-G., Hasan, M.-R., & Subasinghe, R.-P. (2006). *Use of fishery resources as feed inputs to agriculture development: Trends and policy implications*. Roma: FAO.

Talavera, V. (1997). Alimento balanceado para acuicultura de camarones. *Boletín Nicovita. Camarón de mar* , 2 (8).

Venero, J. A., Davis, D. A., & Rouse, D. D. (2007). Variable feed allowance with constant protein input for the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared under semi-intensive conditions in tanks and ponds. *Aquaculture* (269), 490-503.

Villamar, D. (2001). The international aquaculture market and global needs. En C. o. council, *Scientific advances in animal nutrition: Promise for the new century, Proceedings of a symposium* (págs. 57-71). Washington: National Academy Press.